Ueber die Bedeutung
der Zerkleinerung von Speisen
für die Pepsinverdauung des Eiweiss.

Inaugural-Dissertation

verfasst und der

hohen medicinischen Facultät

der

K. Bayer. Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der Doctorwürde

in der

Medicin, Chirurgie und Geburtshilfe

vorgelegt von

Moriz Götz

aus **Fischach.**

ACAD.
LUDWIG.
BIBL.

Würzburg.
Anton Boegler'sche Buchdruckerei
1900.

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Facultät
der kgl. Universität Würzburg.

Referent: Herr Prof. Dr. K. B. Lehmann.

Meinen lieben Eltern.

Aufgabe und Methode.

Nachdem im hygienischen Institut des Herrn Prof. K. B. LEHMANN die Bedeutung des Kauaktes nach verschiedenen Seiten schon beleuchtet war, hatte Herr Prof. LEHMANN die Güte, mir im speciellen die Aufgabe zu stellen: 1) welche Bedeutung die Zerkleinerung von Speisen durch das Kauen für die Pepsinverdauung des Eiweiss habe.

Dass diese eine grosse sein muss, ist ohne weiteres zu erwarten, zahlenmässige Belege sind aber dafür in der Litteratur nicht vorhanden. Als Beweis dafür mögen einige Citate aus den jetzt verbreitetsten Lehrbüchern der Physiologie dienen. Während die kleineren (FICK, BERNSTEIN) eben nur die Thatsache erwähnen, dass durch das Kauen die festen Speisen zerkleinert und mit dem Mundspeichel vermengt würden, schreibt HERMANN (11. Aufl.): »Sofort nach dem Ergreifen erfolgt bei festen Bissen die Zerkleinerung, das Kauen. »Durch das Kauen und die gleichzeitige Einspeichelung wird der formbare Brei des Bissens gebildet. »Die Zerkleinerung, Emulgierung (bei Fetten) und Auflösung der Nährstoffe sind unverkennbar Vorbereitungen für deren Aufnahme in die Säfte.«

Etwas ausführlicher geben das Thema LANDOIS (10. Aufl.) und MUNK (4. Aufl.). Nachdem LANDOIS genau den Mechanismus der Kaubewegungen dargethan,

fährt er fort: »Unter gleichzeitiger Einspeichelung kleben die zerteilten Partikel zu einer Masse zusammen, welche dann auf dem Zungenrücken zum Bissen geformt wird. »Nicht durchgekaute und nicht eingespeichelte Nahrung verdaut der Magen weniger gut (Biernaki und Riegel).« Munk schreibt: »Ausserordentlich fein kaut das Pferd; es ist, wie sich weiterhin zeigen wird, dieses feine Zerkauen, das einen grossen Teil der Cellulosehüllen sprengt, für die Auslaugung der Nährstoffe aus dem Futter durchaus notwendig. Sind die Kauwerkzeuge, in erster Linie die Mahlzähne, wie dies im Alter eintritt, schlecht oder nur defekt, so leidet die Ernährung des Pferdes erheblich darunter. Dasselbe ist bei alten Leuten der Fall. »In fein gepulvertem Zustand wird Kartoffelstärke schon in 5 Minuten verzuckert; ähnlich wie die feine Pulverisierung wirken die Kaubewegungen.« Es wird also von den Autoren auf die Formation des Bissens durch das Kauen der Nachdruck gelegt, während der Wert der Zerkleinerung für die Verdauung nicht speciell untersucht scheint.

Als Vorversuche haben zu gelten Untersuchungen Ia über die Zeitdauer, während welcher die verdauende Flüssigkeit einwirken sollte und I b über die geeignetste quantitative Zusammensetzung der bei den Verdauungsversuchen anzuwendenden Salzsäure-Pepsinmischung. Ueber die Resultate soll weiter unten berichtet werden; zunächst einige Worte über die Methodik

Als Objekte wurden eiweisshaltige Nahrungsmittel gewählt in einem Zustand, wie wir sie täglich zu uns nehmen. Das nächstliegende wäre nun gewesen, Stücke von beliebiger Grösse einem durch den Kauakt zerkleinerten Material gegenüberzustellen.

Um die Schwierigkeiten und Fehlerquellen, die dabei entstehen mussten, zu eliminieren, wurde auf Vorschlag des Herrn Prof. Lehmann für alle Versuchs-

reihen das einheitliche System gewählt, dass Würfel von 1 cbcm (Zerkleinerungsgrad a), Würfel von 1 cbmm (b) hergestellt und der stärkste Grad (c) dadurch erreicht wurde, dass die Substanzen je nach Consistenz entweder auf dem Reibeisen gerieben oder in der Reibschale zu kleinsten Teilchen zerrieben oder wie z. B. Pfannkuchen, mit dem Wiegemesser so fein als möglich zerlegt wurden. Natürlich habe ich eine gleichmässige Zerkleinerung überall gewissenhaftest erstrebt, wenn sich auch manchmal Schwierigkeiten aufdrängten. Die Mengen, die ich zu den einzelnen Versuchen verwandte, betrugen meist 5 g, etwa entsprechend einem Bissen. Nur einigemale wich ich davon ab und habe ich den Grund bei der Besprechung der einzelnen Versuche angegeben. Als verdauende Flüssigkeit wurde eine Salzsäure-Pepsinmischung benutzt und zwar eine $^1/_{10}$ Normal HCl und eine $1\%_{00}$ Pepsinlösung, die stets frisch bereitet wurde (Pepsin von Dr. Grübler, Dresden). Die Verdauungsversuche wurden dann bei 35—37° im Brutschrank ausgeführt, das gelöste Eiweiss abfiltriert und davon ein aliquoter Teil zur Stickstoffbestimmung nach KJELDAHL genommen. Die Gesamtmenge des Filtrats setzte ich der Menge der zugefügten Flüssigkeit gleich, so dass der Filterrückstand nicht nachgewaschen zu werden brauchte. Zur Controle habe ich alle Versuche doppelt durchgeführt und die gefundenen Zahlen beweisen, dass meine Resultate annähernd exakt sind. So hätten z. B. Fehlerquellen entstehen können, wenn die Wasserverdunstung, die notwendigerweise bei der oft lange dauernden Zerkleinerung der Substanzen in der Sommerhitze eintreten musste, unberücksichtigt geblieben wäre. Es wurden deshalb die zerkleinerten Substanzen eine Zeit lang in den Eisschrank gestellt und dann erst abgewogen.

Die Berechnung des Eiweiss aus den nach der

KJELDAHL'schen Methode gefundenen Zahlen geschah nach folgenden Formeln:

Stickstoff a = Differenz . 2,8

Eiweiss in z (untersuchte Filtratmenge, meist 20 cbm) = a.6,25

Eiweiss in y (totales Filtrat, meist 40—80 cbcm) = $a.6{,}25 \cdot \frac{y}{z}$

Eiweiss in % = $a \,.\, 6{,}25 \cdot \frac{y}{z} \cdot \frac{100}{u}$,

wobei u = der Trockeneiweissgehalt der verwandten Substanzen ist. Auch dieser wurde immer nach KJELDAHL bestimmt und die Daten bei der Besprechung der Versuche angegeben.

Versuche mit Eiweiss I—VII.

Durch diese Versuchsreihen löste ich gleichzeitig die oben skizzierten Aufgaben Ia und Ib, indem ich durch Versuch I—IV die günstigste Zeitdauer für die Verdauung feststellte und durch Versuch III, V—VII mit dem gleichen Material die Wirkung von verschieden zusammengesetzten Verdauungsflüssigkeiten demonstrierte, bald die HCl-menge, bald die Pepsinmenge oder beide verdoppelnd. Als Zeiten wurden ½, 3½, 7 und 14 Stunden gewählt.

Versuch I.

Angewandte Substanz				Zusatz				Filtrat		Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl				Verdautes Eiweiss (6,25)		
Name	W Gramm	darin u gr trock. Eiweiss	Zerkleinerungsgrad	$^1/_{10}$ normal HCl. ccm	$1^0/_{00}$ Pepsin ccm	Wasser ccm.	Einwirkungsdauer	y ccm total	z ccm untersucht	$^1/_5$ n. H_2SO_4 ccm	$^1/_5$ n. NaOH ccm	Differenz ccm	a Stickstoff (2,8)	in z	in y	%
gekochtes Eierweiss	5	0,795	Würfelvon 1 cbcm	20	10	10	½h	40	20	25	22,9	2,1	5,88	36,75	73,5	9
	,,	,,	Würfelvon 1 cbmm	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	21,9	3,1	8,68	54,25	108,5	13
	,,	,,	zerrieben	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	20,4	4,6	12,88	80,5	161,0	20

Controlversuch.

	,,	0,795	Würfelvon 1 cbcm	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	22,9	2,1	5,88	36,75	73,5	9
	,,	,,	Würfelvon 1 cbmm	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	21,7	3,3	9,24	57,75	115,5	14
	,,	,,	zerrieben	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	20,5	4,5	12,6	78,75	157,5	19

Versuch II.

Angewandte Substanz				Zusatz				Filtrat		Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl				Verdautes Eiweiss (6,25)		
Name	W Gramm	darin u gr trock. Eiweiss	Zerkleinerungsgrad	$^1/_{10}$ normal HCl. ccm	$1\%_{00}$ Pepsin ccm	Wasser ccm	Einwirkungsdauer	y ccm total	z ccm untersucht	$^1/_5$ n. H_2SO_4 ccm	$^1/_5$ n. NaOH ccm	Differenz ccm	a Stickstoff (2,8)	in z	in y	%
gekochtes Eierweiss	5	0,795	Würfelvon 1 cbcm	20	10	10	$3^1/_2$h	40	20	25	21,3	3,7	10,36	64,75	129,5	16
	„	„	Würfelvon 1 cbmm	„	„	„	„	„	„	„	16,3	8,7	24,36	152,25	304,5	38
	„	„	zerrieben	„	„	„	„	„	„	„	12,1	12,9	36,12	252,75	451,5	56

Controlversuch.

	„	0,795	Würfelvon 1 cbcm	„	„	„	„	„	„	„	21,3	3,7	10,36	64,75	129,5	16
	„	„	Würfelvon 1 cbmm	„	„	„	„	„	„	„	16,3	8,7	24,36	152,25	30,5	38
	„	„	zerrieben	„	„	„	„	„	„	„	11,9	13,1	36,68	229,25	458,5	57

Versuch III.

Angewandte Substanz				Zusatz				Filtrat		Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl				Verdautes Eiweiss (6,26)		
Name	W Gramm	darin ugr trock. Eiweiss	Zerkleinerungsgrad	$^1/_{10}$ normal HCl ccm	$1^0/_{00}$ Pepsin ccm	Wasser ccm	Einwirkungsdauer	y ccm total	z ccm untersucht	$^1/_2$ n. H_2SO_4 ccm	$^1/_2$ n. NaOH ccm	Differenz ccm	a Stickstoff (2,8)	in z	in y	$^0/_0$
gekochtes Eierweiss	5	0,795	Würfelvon 1 cbcm	20	10	10	7h	40	20	25	20,0	5,0	14,0	87,5	175,0	22
	,,	,,	Würfelvon 1 cbmm	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	15,7	9,3	26,04	162,75	325,5	40
	,,	,,	zerrieben	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	11,6	13,4	37,52	234,5	469,0	58

Controlversuch.

	,,	0,795	Würfelvon 1 cbcm	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	20,1	4,9	13,72	85,75	171,5	21
	,,	,,	Würfelvon 1 cbmm	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	15,7	9,3	26,04	162,75	325,5	40
	,,	,,	zerrieben	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	11,6	13,4	37,52	234,5	469,0	58

Versuch IV.

Angewandte Substanz				Zusatz				Filtrat		Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl				Verdautes Eiweiss (6,25)		
Name	W Gramm	darin u gr trock. Eiweiss	Zerkleinerungsgrad	$^1/_{10}$ normal HCl ccm	1 $^0/_{00}$ Pepsin ccm	Wasser ccm	Einwirkungsdauer	y ccm total	z ccm untersucht	$^1/_5$ n. H_2SO_4 ccm	$^1/_5$ n. Na. OH ccm	Differenz ccm	a Stickstoff (2,8)	in z	in y	%
gekochtes Eierweiss	5	0,795	Würfelvon 1 cbcm	20	10	10	14 h	40	20	25	14,0	11,0	30,8	192,5	385,0	48
	„	„	Würfelvon 1 cbmm	„	„	„	„	„	„	„	8,3	16,7	46,76	292,25	584,5	73
	„	„	zerrieben	„	„	„	„	„	„	„	6,0	19, 0	53,2	332,5	665,0	83

Controlversuch.

	„	0,795	Würfelvon 1 cbcm	„	„	„	„	„	„	„	14,0	11,0	30,8	192,5	385,0	48
	„	„	Würfelvon 1 cbmm	„	„	„	„	„	„	„	8,2	16,8	47,04	294,0	588,0	73
	„	„	zerrieben	„	„	„	„	„	„	„	5,9	19,1	53,48	34,25	668,5	84

Versuch V.

Angewandte Substanz				Zusatz				Filtrat		Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl				Verdautes Eiweiss (6,25)		
Name	W Gramm	darin u gr trock. Eiweiss	Zerkleinerungsgrad	$^1/_{10}$ normal HCl ccm	$1^0/_{00}$ Pepsin ccm	Wasser ccm	Einwirkungsdauer	y ccm total	z ccm untersucht	$^1/_5$ n. H_2SO_4 ccm	$^1/_5$ n. NaOH. ccm	Differenz ccm	a Stickstoff (2,8)	in z	in y	%
gekochtes Eierweiss	5	0,795	Würfelvon 1 cbcm	40	20	20	7h	80	20	25	21,5	3,5	9,8	61,25	245,0	30
	„	„	Würfelvon 1 cbmm	„	„	„	„	„	„	„	19,6	5,4	15,12	94,5	378,0	47
	„	„	zerrieben	„	„	„	„	„	„	„	17,4	7,6	21,28	133,0	532,0	66

Controlversuch.

	„	0,795	Würfelvon 1 cbcm	„	„	„	„	„	„	„	21,3	3,7	10,36	64,75	259,0	32
	„	„	Würfelvon 1 cbmm	„	„	„	„	„	„	„	19,4	5,6	15,68	98,0	392,0	49
	„	„	zerrieben	„	„	„	„	„	„	„	17,4	7,6	21,28	133,0	532,0	66

Versuch VI.

Angewandte Substanz				Zusatz				Filtrat		Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl				Verdautes Eiweiss (6,25)		
Name	W Gramm	darin u gr trock. Eiweiss	Zerkleinerungsgrad	1/10 normal H Cl ccm	1‰ Pepsin ccm	Wasser ccm	Einwirkungsdauer	y ccm total	z ccm untersucht	1/5 n. H_2SO_4 ccm	1/5 n. NaOH ccm	Differenz ccm	a Stickstoff (2,8)	in z	in y	%
gekochtes Eierweiss	5	0,795	Würfel von 1 cbcm	20	20	10	7h	50	20	25	19,7	5,3	14,84	92,75	231,87	29
	,,	,,	Würfel von 1 cbmm	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	12,4	12,6	35,28	220,5	551,25	69
	,,	,,	zerrieben	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	11,5	13,5	37,8	236,25	590,62	74

Controlversuch.

	,,	0,795	Würfel von 1 cbcm	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	19,7	5,3	14,84	92,75	231,87	29
	,,	,,	Würfel von 1 cbmm	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	12,5	12,5	35,0	218,75	546,85	68
	,,	,,	zerrieben	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	11,7	13,3	37,24	232,75	581,85	73

Versuch VII.

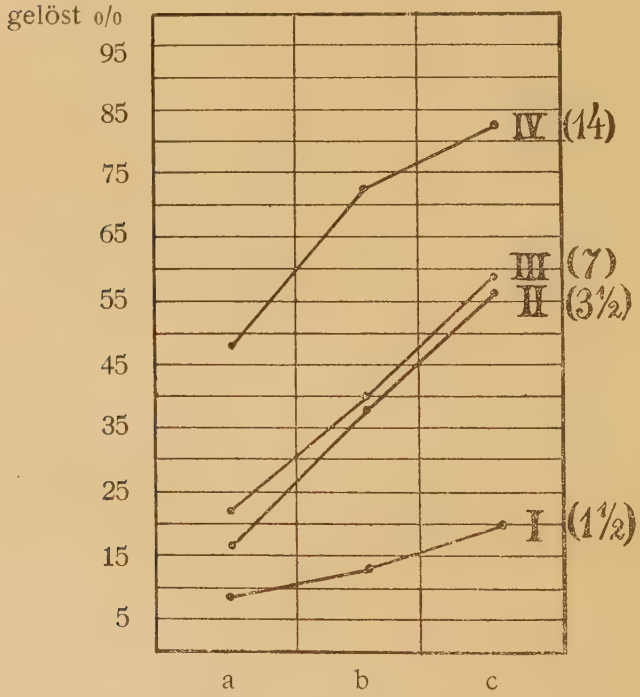
Angewandte Substanz				Zusatz				Filtrat		Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl				Verdautes Eiweiss (6,25		
Name	W Gramm	darin n gr trock. Eiweiss	Zerkleinerungsgrad	$^1/_{10}$ normal HCl ccm	$1^0/_{00}$ Pepsin ccm	Wasser ccm	Einwirkungsdauer	y ccm total	z ccm untersucht	$^1/_3$ n. H_2SO_4 ccm	$^1/_3$ n. Na OH ccm	Differenz ccm	a Stickstoff (2,8)	in z	in y	%
gekochtes Eierweiss	5	0,795	Würfelvon 1 cbcm	40	10	20	7h	70	20	25	21,5	3,5	9,8	61,25	214,37	26
	„	„	Würfelvon 1 cbmm	„	„	„	„	„	„	„	19,1	5,9	16,52	103,25	361,37	45
	„	„	zerrieben	„	„	„	„	„	„	„	18,0	7,0	19,6	122,5	428,75	53

Controlversuch.

	„	0,795	Würfelvon 1 cbcm	„	„	„	„	„	„	„	21,4	3,6	10,08	63,0	220,5	27
	„	„	Würfelvon 1 cbmm	„	„	„	„	„	„	„	19,3	5,7	15,86	99,75	349,09	43
	„	„	zerrieben	„	„	„	„	„	„	„	18,2	6,8	19,04	119,0	416,5	52

Gekochtes Eierweiss enthält pro 1 gr, nach KJELDAHL bestimmt, 159 mgr trockenes Eiweiss. Es wurden Würfel von 1 cbcm, Würfel von 1 cbmm gebildet und ein Teil in der Reibschale zerrieben resp. zerdrückt. Die Zerkleinerung gelang ohne Schwierigkeit. Aus den Tabellen geht zunächst der grosse Einfluss der Zerkleinerung auf die Verdauung hervor. Zur näheren Discussion der Resultate habe ich sie aber graphisch dargestellt.

Kurventabelle A.

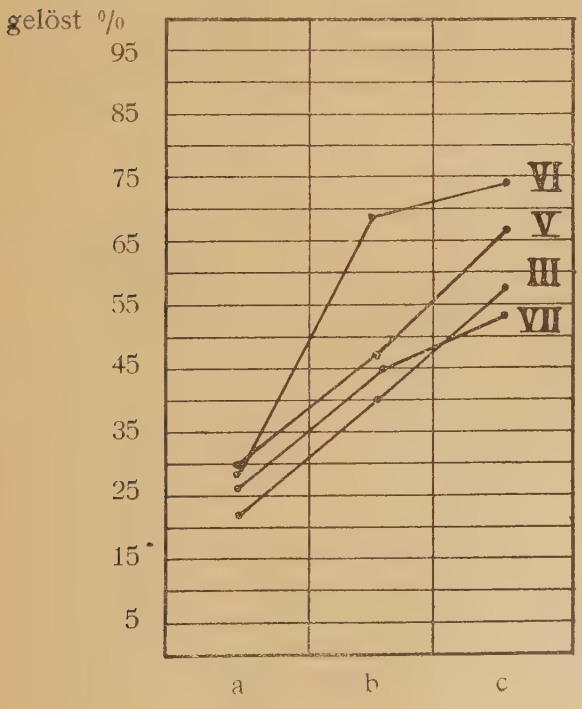


Die Abscissen a, b, c bedeuten den Zerkleinerungsgrad, die Ordinaten 0—100 das bei den einzelnen Versuchsanordnungen gelöste Eiweiss in %. Jede Kurve stellt also einen Versuch dar und ist danach nummeriert.

Nun ergibt Kurventabelle A die geringsten Werte bei Vers. I, die höchsten bei IV. Bei den ersten drei Versuchen steigt die Kurve gleichmässig an, bei IV dagegen zeigt sie einen Knick, weil bei der 14stündigen Einwirkung der verdauenden Flüssigkeit Würfel von 1 cbmm schon annähernd soweit verdaut werden wie das zerriebene Eiweiss. Da jedoch physiologisch eine 14stündige Verdauungszeit ausgeschlossen und der Anstieg der Kurve bei II und III markanter ist, sind im folgenden $3^1/_2$ und 7^h als Versuchszeiten gewählt.

Zwischen II und III bestehen auffallenderweise nur geringe Unterschiede hinsichtlich des Endeffects, was ich nicht zu erklären vermag.

Kurventabelle B.



Kurventabelle B trägt dieselben Bezeichnungen wie A. Ich habe hier die Versuche eingetragen, zu denen bei gleicher Verdauungszeit (7^h) verschieden zusammengesetzte Verdauungsflüssigkeiten verwandt wurden. B lehrt uns, wie bei a, d. h. in den Fällen, wo Würfel von 1 cbcm verdaut wurden, die Werte nahe beieinander liegen, wie sie überhaupt bei Versuch III, V und VII wenig differieren. III und V (doppelte Menge der Flüssigkeit) laufen ganz parallel. VI und VII zeigen einen unerklärlichen Knick, während im Vergleich zu III und V die Kurve zwischen a und b steiler verläuft. Da nun bei VI die doppelte Menge Pepsin, bei VII doppelte HClmenge gebraucht und bei VI die grössten Werte erhalten wurden, so folgt daraus: 1) je mehr Pepsin, desto besser die Verdauung, 2) die Pepsinwirkung wird beeinträchtigt, wenn die Lösung durch Wasser oder HCl. (V) verdünnt ist. Es wurde im weitern wie bei III verfahren, da hier die Kurve am besten ausgeprägt ist.

Versuch VIII—X.

Zum Versuch VIII ist nur zu bemerken, dass ich den hiebei verwendeten Käse sowohl auf dem Reibeisen als in der Reibschale verarbeiten konnte und für die 2. Art ein etwas günstigeres Resultat erhielt.

Versuch IX und X mit rohem, resp. gedämpftem Fleisch, gaben zum Teil unvollkommene Resultate. c wurde ganz unbrauchbar. Ich versuchte zwar das Fleisch zunächst mit dem Messer in kleinste Teilchen zu zerlegen und diese dann im Mörser zu zerdrücken — die Zahlen sind niedriger wie bei b. Interessant ist, dass bei IX (Fleisch roh) mehr Eiweiss verdaut wurde, wie bei X, wo das Fleisch roh abgewogen und dann $^1/_2$ Stunde im Koch'schen Dampftopf gedämpft wurde. Käse enthält pro 1 gr 288 mgr, Fleisch 252 mgr trockenes Eiweiss.

Versuch VIII.

Name	Angewandte Substanz: W Gramm	darin u gr trock. Eiweiss	Zerkleinerungsgrad	Zusatz: 1/10 normal HCl ccm.	1% Pepsin ccm	Wasser ccm	Einwirkungsdauer	Filtrat: y ccm total	z ccm untersucht	Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl: 1/5 n. H_2SO_4 ccm	1/5 n. NaOH ccm	Differenz ccm	a Stickstoff 2,8	Verdautes Eiweiss 6,25: in z	in y	%
Emmenthal. Käse	5	1,44	Würfelvon 1 cbcm.	20	10	10	3½h	40	20	25	17,2	7,8	21,84	136,5	273,0	18
	„	„	Würfelvon 1 cbmm.	„	„	„	„	„	„	„	14,3	10,7	29,96	187,25	374,5	25
	„	„	gerieben	„	„	„	„	„	„	„	10,4	14,6	40,88	255,5	511,0	35
	„	„	zerrieben	„	„	„	„	„	„	„	9,6	15,4	43,12	269,5	539,0	37

Controlversuch.

	„	1,44	Würfelvon 1 cbcm.	„	„	„	„	„	„	„	17,2	7,8	21,84	136,5	273,0	18
	„	„	Würfelvon 1 cbmm.	„	„	„	„	„	„	„	14,5	10,5	29,4	183,75	367,5	25
	„	„	gerieben	„	„	„	„	„	„	„	10,4	14,6	40,88	255,5	511,0	35
	„	„	zerrieben	„	„	„	„	„	„	„	9,4	15,6	43,68	273,0	546,0	37

Versuch IX.

Angewandte Substanz				Zusatz				Filtrat		Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl				Verdautes Eiweiss (6,25)		
Name	W Gramm	darin u gr trock. Eiweiss	Zerkleinerungsgrad	$^1/_{10}$ normal HCl ccm	$1^0/_{00}$ Pepsin ccm.	Wasser ccm	Einwirkungsdauer	y ccm. total	z ccm untersucht	$^1/_5$ n. H_2SO_4 ccm	$^1/_5$ n NaOH ccm	Differenz ccm	a Stickstoff (2,8)	in z	in y	%
Fleisch roh	5	1,26	Würfelvon 1 cbcm	20	10	10	$3^1/_2$h	40	20	25	15,1	9,9	27,72	173,25	346,5	27
	,,	,,	Würfelvon 1 cbmm	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	9,5	15,5	43,4	271,25	542,5	43
	,,	,,	zerrieben	,,	,,	,,	,,	,,	,,	50 ($^1/_{10}$)	20,5	29,5				

Controlversuch.

	,,	1,26	Würfelvon 1 cbcm	20	10	10	$3^1/_2$h	40	20	25	15,1	9,9	27,72	173,25	346,5	27
	,,	,,	Würfelvon 1 cbmm	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	9,4	15,6	43,68	273,0	546,0	43
	,,	,,	zerrieben	,,	,,	,,	,,	,,	,,	50 ($^1/_{10}$)	17,2	32,8				

Versuch X.

Angewandte Substanz				Zusatz				Filtrat		Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl				Verdautes Eiweiss (6,25)		
Name	W Gramm	darin u gr trock. Eiweiss	Zerkleinerungsgrad	$^1/_{10}$ normal HCl ccm	$1^0/_{00}$ Pepsin ccm	Wasser ccm	Einwirkungsdauer	y ccm total	z ccm untersucht	$^1/_2$ n. H_2SO_4 ccm	$^1/_2$ n. NaOH ccm	Differenz ccm	a Stickstoff (2,8)	in z	in y	%
Fleisch $^1/_2$h gedämpft	5 rohabgew.	1,26	Würfelvon 1 cbcm	20	10	10	$3^1/_2$h	40	20	25	19,3	5,7	15,96	99,75	199,5	15
	„	„	Würfelvon 1 cbmm	„	„	„	„	„	„	„	16,6	8,4	23,52	147,0	294,0	23
	„	„	zerrieben	„	„	„	„	„	„	„	17,9	7,1				

Controlversuch.

	„	1,26	Würfelvon 1 cbcm	„	„	„	„	„	„	„	19,5	5,5	15,4	96,25	192,5	15
	„	„	Würfelvon 1 cbmm	„	„	„	„	„	„	„	16,7	8,3	23,24	145,25	290,5	23
	„	„	zerrieben	„	„	„	„	„	„	„	17,1	7,9				

Versuch XI—XIII.

Jeder, der mit KJELDAHL gearbeitet, kennt die unangenehmen Eigenschaften der Vegetabilien beim Mineralisieren und so musste bei dieser letzten Reihe von Versuchen sehr vorsichtig zu Werke gegangen werden. Die gelben Erbsen (XI) wurden 5 Stunden lang im Dampftopf gedämpft und konnten dann mit leichter Mühe zerrieben werden. Ich benutzte für a ganze Erbsen, für b $^1/_8$ Stücke, also Fragmente, die nicht unwesentlich grösser wie 1 cbmm waren. Bei Versuch XII mit Graubrot wählte ich statt der oben angegebenen Durchschnittsmenge von 5 gr 8 gr für den Versuch wegen des geringeren Stickstoffgehalts des Brots und nahm aus dem gleichen Grunde 25 cbcm des Filtrats. Um den 3. Zerkleinerungsgrad herzustellen, wurde die Brotkrume, wie überhaupt zu diesem Versuch nur Krume benutzt wurde, auf dem Reibeisen in kleinste Teilchen gerieben. Da infolge der Porosität des Brotes die Flüssigkeit dasselbe leicht durchdringt, lässt sich der

Versuch XI.

Angewandte Substanz				Zusatz				Filtrat		Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl				Verdautes Eiweiss (6,25)		
Name	W Gramm	darin u gr trock. Eiweiss	Zerkleinerungsgrad	$^1/_{10}$ normal HCl ccm	1% Pepsin ccm	Wasser ccm	Einwirkungsdauer	y ccm total	z ccm untersucht	$^1/_2$ n. H_2SO_4 ccm	$^1/_3$ n. NaOH ccm	Differenz ccm	a Stickstoff (2,8)	in z	in y	%
gelbe Erbsen 5h gedämpft	5	0,985	ganz	20	10	10	3½h	40	20	25	21,3	3,7	10,36	64,75	129,5	13
	„	„	1/8	„	„	„	„	„	„	„	20,3	4,7	13,16	82,25	164,5	16
	„	„	zerrieben	„	„	„	„	„	„	„	17,9	7,1	19,88	124,25	248,5	25

Controlversuch.

	„	0,985	ganz	„	„	„	„	„	„	„	21,3	3,7	10,36	64,75	129,5	13
	„	„	1/8	„	„	„	„	„	„	„	20,2	4,8	13,44	84,0	168,0	16
	„	„	zerrieben	„	„	„	„	„	„	„	17,9	7,1	19,88	124,25	248,5	25

Versuch XII.

Angewandte Substanz				Zusatz				Filtrat		Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl				Verdautes Eiweiss (6,25)		
Name	W Gramm	darin u gr trock. Eiweiss	Zerkleinerungsgrad	$^1/_{10}$ normal HCl ccm	1% Pepsin ccm	Wasser ccm	Einwirkungsdauer	y ccm total	z ccm untersucht	$^1/_3$ n. H_2SO_4 ccm	$^1/_3$ n. NaOH ccm	Differenz ccm	a Stickstoff (2,8)	in z	in y	%
Graubrot	8	0,648	Würfel von 1 cbcm	40	10	20	6h	70	25	25	19,5	5,5	15,4	96,25	269,5	41
	„	„	Würfel von 1 cbmm	„	„	„	„	„	„	„	18,8	6,2	17,36	108,5	303,8	46
	„	„	gerieben	„	„	„	„	„	„	„	16,8	8,2	22,96	143,5	401,8	61

Controlversuch.

	„	0,648	Würfel von 1 cbcm	„	„	„	„	„	„	„	19,7	5,3	14,84	92,75	259,7	40
	„	„	Würfel von 1 cbmm	„	„	„	„	„	„	„	18,9	6,1	17,08	106,75	298,9	46
	„	„	gerieben	„	„	„	„	„	„	„	16,8	8,2	22,96	143,5	401,8	61

Versuch XIII.

Angewandte Substanz				Zusatz				Filtrat		Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl				Verdautes Eiweiss (6,25		
Name	W Gramm	darin u gr trock. Eiweiss	Zerkleinerungsgrad	$^1/_{10}$ normal HCl ccm	$1^0/_{00}$ Pepsin ccm	Wasser ccm	Einwirkungsdauer	y ccm total	z ccm unfiltrirt	$^1/_5$ n. H_2SO_4 ccm	$^1/_5$ n. NaOH ccm	Differenz ccm	in Stickstoff (2,8)	in z	in y	%
Pfannkuchen	7	0,623	Würfel von 400—600 cbmm	20	10	10	3½h	40	20	25	21,8	3,2	8,96	56,0	112,0	17
	,,	,,	Würfelvon 1 cbmm	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	19,3	5,7	15,96	99,75	199,5	31
	,,	,,	Wiegemesser	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	18,0	7,0	19,6	122,5	245,0	39

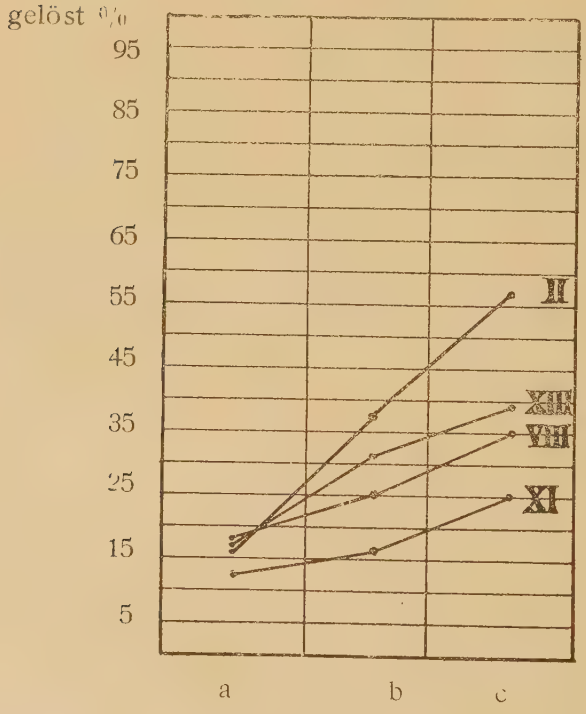
Controlversuch.

	,,	0,623	Würfel von 400—600 cbmm	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	21,7	3,3	9,24	57,75	115,5	18
	,,	,,	Würfelvon 1 cbmm	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	19,1	5,9	16,52	103,25	206,5	33
	,,	,,	Wiegemesser	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	17,6	7,4	20,72	129,5	259,0	41

geringe Unterschied zwischen a und b erklären. Der Pfannkuchen im Versuch XIII wurde in landläufiger Art zubereitet, die Dicke etwas schwankend zwischen 4 und 6 mm, so dass also für a nur die 2 Seitenlängen 1 cm betragen.

1 gr Erbsen enthält 197 mgr, 1 gr Graubrot 81 mgr und 1 gr Pfannkuchen 89 mgr Eiweiss.

Kurventabelle C.



C möge zeigen, welche von den Nahrungsmitteln bei ungefähr gleichen Bedingungen am besten gelöst werden, wobei die genügend gekochten die grössern Zahlen liefern.

Wenn ich nun zum Schluss die Resultate auf unsere Hauptaufgabe hin vergleiche, so beweist jede einzelne Tabelle den eclatanten Wert der Zerkleinerung für die Verdauung. Die Versuchsanordnungen dürfen sonst noch so sehr variieren, der Unterschied zwischen a, b und c bleibt immer vorhanden. Er differiert zwar in den einzelnen Versuchen und ich will deshalb Zahlen geben.

Vers. II 8 : 19 : 28
» IV 48 : 73 : 83
» VII 26 45 : 53
» XI 13 : 16 : 25
» XIII 17 : 31 : 39

oder wenn ich das günstige Resultat bei feinster Zerkleinerung = 100 setze

Vers. II 28,5 : 67,8 : 100
» IV 57,8 : 87,9 : 100
» VII 49,0 : 84,8 : 100
» XI 52 : 64 : 100
» XIII 43,5 : 79,4 : 100

Während in den meisten Fällen bei c gerade das doppelte von a verdaut wird, haben wir bei Vers. II sogar mehr als den dreifachen Effect und muss dies entschieden als die günstigste Versuchsanordnung bezeichnet werden. Dass sehr oft die Steilheit der Kurven zwischen b und c abnimmt, ist praktisch wichtig, da ja selbst durch das beste Gebiss nur ein Teil der Speisen zum vollständigen Brei zermalmt wird. Dass die absoluten Mengen des Verdauten nicht grösser sind, liegt an der Unvollkommenheit experimenteller Untersuchungen überhaupt, vielleicht teilweise am Pepsin, sicher in der Vernachlässigung der motorischen Kraft des Magens.

Hiemit erfülle ich die angenehme Pflicht, Herrn Prof. Lehmann für Ueberlassung des Themas und die zahlreichen Ratschläge, ebenso Herrn Assistent Dr. Lang für seine Bemühungen meinen ergebensten Dank abzustatten.

Lebenslauf.

Sohn des jüdischen Kaufmanns Samuel Götz und dessen Ehefrau Helene, wurde ich am 2. Dezember 1876 zu Fischach in Bayern geboren. Ich besuchte die dortige Volksschule bis zum Herbst 1887, dann 2 Jahre die Lateinschule in Schwabach, hierauf das Alte Gymnasium in Nürnberg, und absolvierte dieses im Juli 1895. Dann bezog ich als stud. med. die Universität München, wo ich die ersten 4 Semester verbrachte und das Physikum bestand. Das 5. Semester studierte ich in Berlin, das 6. in Heidelberg, kehrte dann wieder nach Berlin zurück (W.-S. 98/99, S.-S. 1899). In dieser Zeit famulierte ich an der medizinischen Klinik und Poliklinik der Charité (Herr Geheimrat Senator), an der chirurgischen Poliklinik des jüdischen Krankenhauses und an der Hautpoliklinik des Herrn Dr. Joseph. Den Rest meiner Studien erledigte ich in Würzburg und beendigte das Staatsexamen am 2. Juli 1900 vor der ärztlichen Prüfungskommission. Die Dissertation entstand in den Monaten Juli und August unter Leitung des Herrn Prof. Lehmann im hygienischen Institut.

Vom Militärdienst wurde ich leider wegen Kurzsichtigkeit befreit.

An dieser Stelle erfülle ich die angenehme Pflicht, allen meinen hochverehrten Lehrern den innigsten Dank abzustatten.

Moriz Götz.